

Neue Auslese für CosMO-Experiment und Kamiokanne

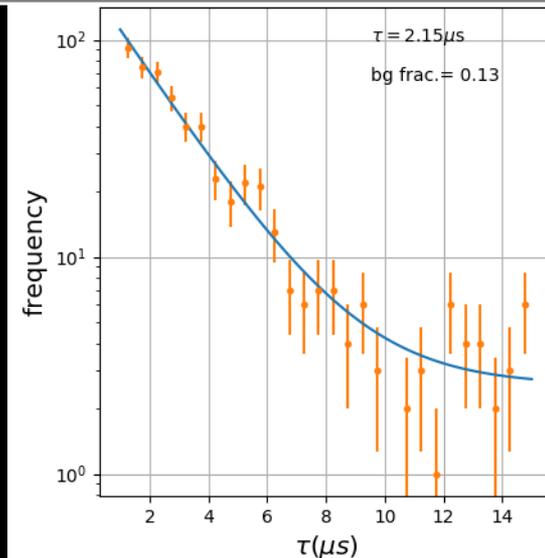
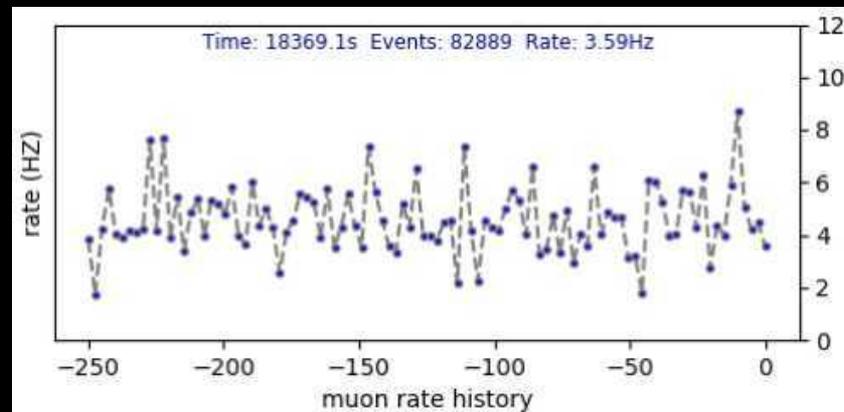
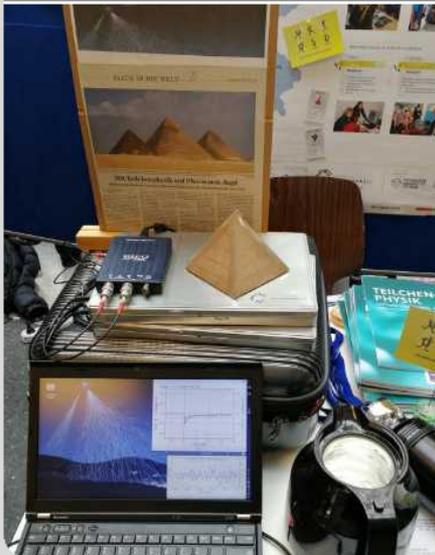
Günter Quast, Lars Vielsack

DPG-Tagung 2018, Würzburg

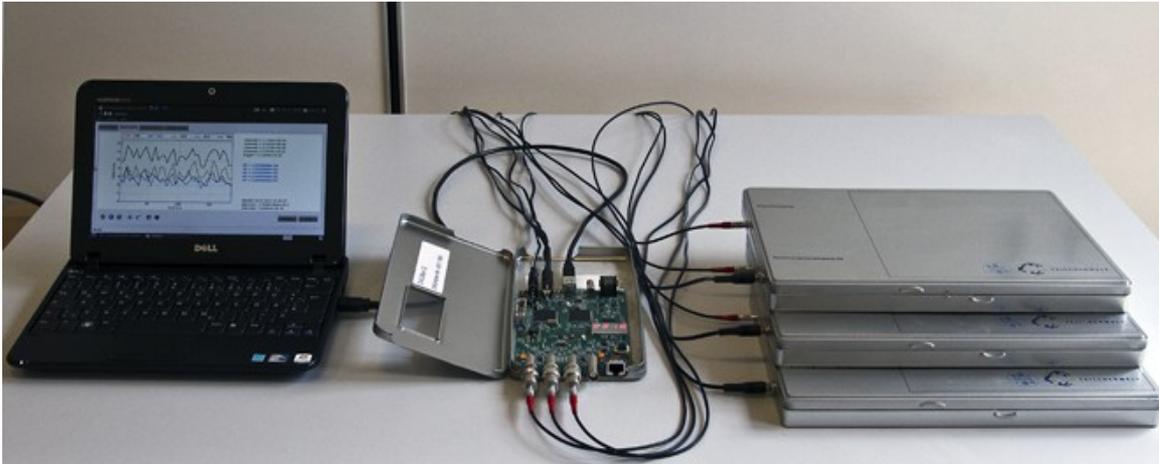
T15.5

Fakultät für Physik
Institut für Experimentelle Teilchenphysik

19. März 2018



Experimente des Netzwerks Teilchenwelt



CosMO-Experiment, Netzwerk Teilchenwelt und DESY Zeuthen

- Szintillator-Panels,
Auslese mit dedizierter
DAQ-Karte (QuarkNet)
- vier Kanäle
 - individuell einstellbare
Diskriminatorschwellen
 - präzise (\sim ns) Zeimessung
 - GPS-Unterstützung

gute Software-Unterstützung
muonic 3.0



„KamioKanne“, Netzwerk Teilchenwelt, Gerät von PHYWE

Kaffee-Kanne mit Wasser
und Photomultiplier

Hochspannungsversorgung
und Betriebsgerät
der Fa. PHYWE

Datenspeicherung auf USB-Stick

Möglichkeiten der Experimente

Beide Experimente ermöglichen Schülern erste Einsichten in die **Eigenschaften der kosmischen Strahlung**

- Rate,
- Einfallsrichtung,
- Durchdringungsvermögen,
- Geschwindigkeit und
- Lebensdauer der Myonen

sowie der **Detektoreigenschaften**

- Rauschen, Untergrund und Signaleffizienz

Wegen der klareren Geometrie sind **Messungen mit den Panels einfacher**

Wichtige Kontrollmessung in Kanne ohne Wasser: nur Rauschanteil
– weiterer **Vorteil der Kanne: Einfachheit des Messprinzips**

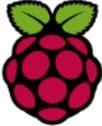
⇒ beide experimentellen Aufbauten sind wichtig

? lässt sich der apparative Aufwand reduzieren ?

Erweiterungsmöglichkeiten

1. **KamioKanne** läuft auch an der QuarkNet **DAQ-Karte**
Raten- und Koinidenzmessung in Echtzeit mit `muonic`

2. Als Auslese-Computer reicht ein Einplatinencomputer:

z.B. der **RaspberryPi** 



- `muonic` läuft problemlos
- Dank RemoteDesktop ist die Anzeige einfach:
über Netzwerk (auch WLAN) mit bel. Anzeigegerät
- Software-Update einfach: Verteilung von SD-Karten

3. Ersatz der DAQ-Karte durch **USB-Oszilloskop**

- + **transparenteres Messverfahren**
- + Schülern aus der Akustik bekannt, Analogie zur Aufzeichnung eines „Knalls“
- + Beobachtung des „Rohsignals“; digitale Signalverarbeitung analog zum (modernen) Umgang mit akustischen Signalen
- keine GPS-Unterstützung
- +/- **braucht neue Software**; auch am RaspberryPi lauffähig



Kamiokanne mit HV-Base

Problem mit der Kamiokanne: Die Kombination

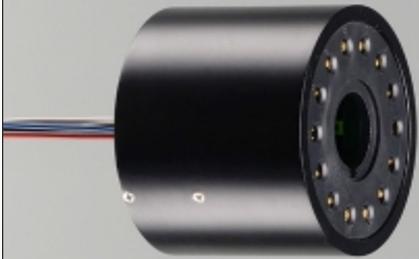
Wasser ↔ **Hochspannung** ↔ **Schüler**

führt bei Schulbehörden und damit vielen Lehrern zu Bedenken

→ kein Einsatz der Kamiokanne in Schülerprojekten

Abhilfe: 1.) PM-Basis mit integrierter Hochspannungserzeugung

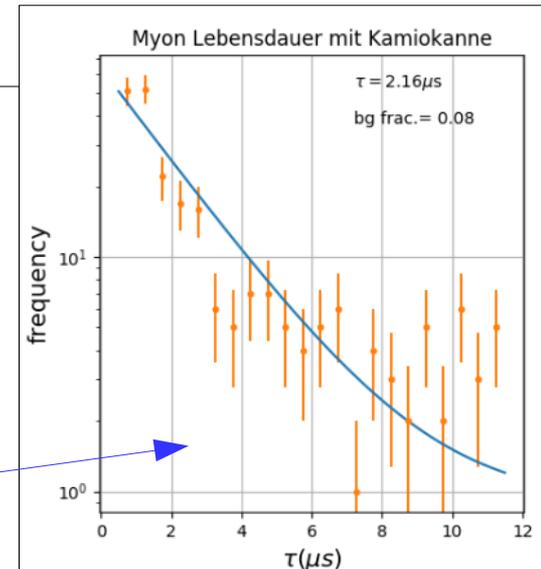
DP-Type Socket Assembly
C12842-01, [Hamamatsu](#)



5V, 10mA am USB-Port
Preis 414,- € netto

Gute Erfahrung mit zwei Prototypen in Karlsruhe

- Pulsformung auf 150 ns erlaubt Nachweis mit Oszilloskopen geringer Bandbreite
- kein Problem für Messung der Myon-Lebensdauer



Kanne mit HV-Basis, Auslese
PicoScope 50 MHz / 250 MS/s

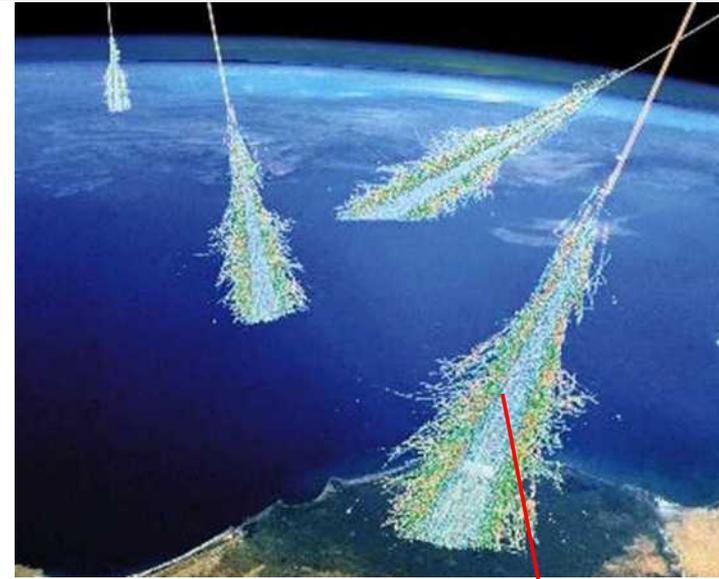
2.) SiPM mit Fibern im Wasser



noch kein
vollständiger Prototyp

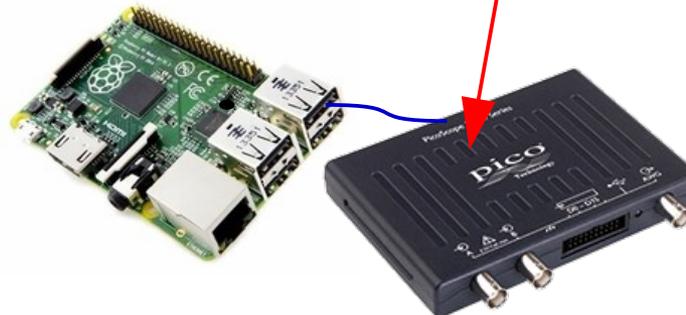
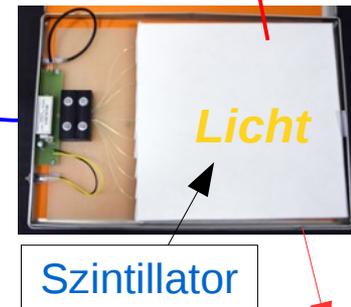
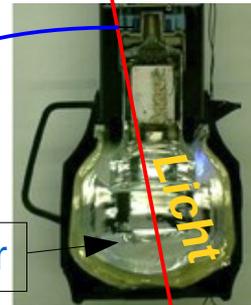
Vorschlag eines experimentellen Set-ups

- eine Kanne mit HV-Basis
- zwei Szintillator-Panels
- USB-Oszilloskop
evtl. mit 4 Kanälen
- RaspberryPi mit Auslesesoftware
läuft natürlich auch auf PC /Notebook,
im Prinzip sogar unter Windows



Experimente:

- Signal / Rauschen in Kanne m / o Wasser
- Effizienzbestimmung der Panels
- Ratenmessung, incl. Durchdringungsvermögen durch Vergleich Keller / Dach
- Richtungsmessung
- Myon-Geschwindigkeit (Oszilloskop mit ≥ 250 MS/s)
- Myon-Lebensdauer mit den Panels
- Gute Erfahrungen auch mit Software-Projekten für Schüler zur Datenanalyse



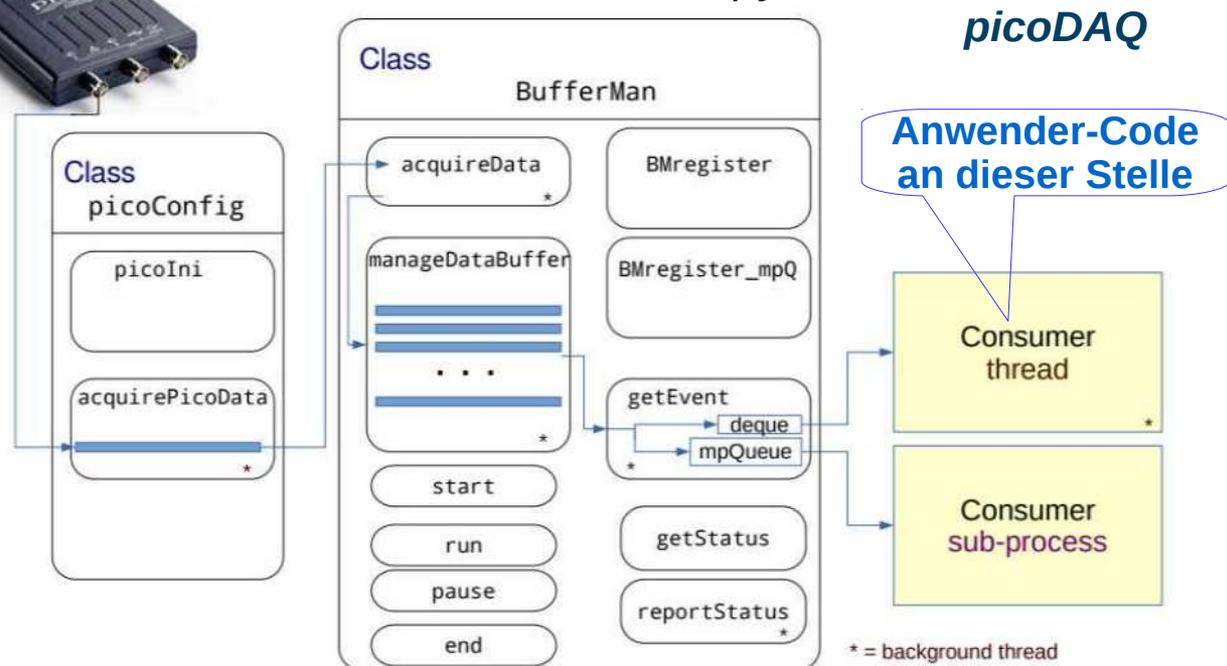
Auslese mit PicoScope USB-Oszilloskop

Modernes Konzept zur Datennahme: Trigger und frühe Digitalisierung

- **Buffermanager** zur Datenaufnahme der zufälligen Trigger-Ereignisse und Verteilung an andere Prozesse zur Überwachung, Echtzeit-Darstellung, Analyse oder Datenspeicherung
- Validierung des Triggerpulses durch Korrelationsfilter mit Referenzpuls
- Suche nach weiteren Pulsen mit der gleichen Methode
 - in anderen Kanälen (**Koinzidenz**)
 - oder zu späteren Zeitpunkten (**Doppelpuls-Suche**)



Struktur des python-Codes



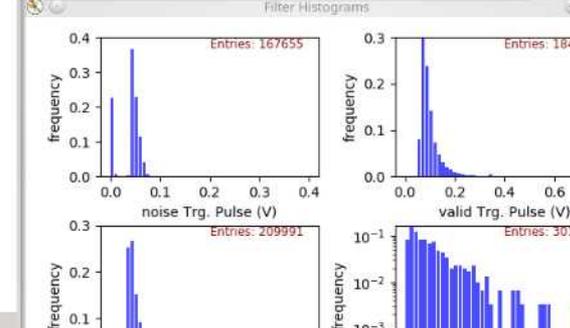
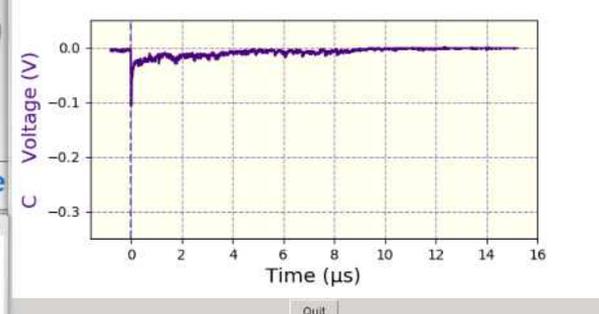
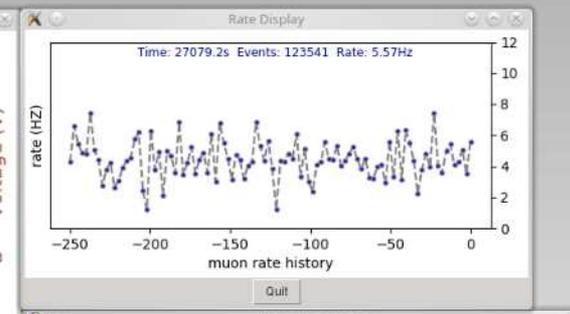
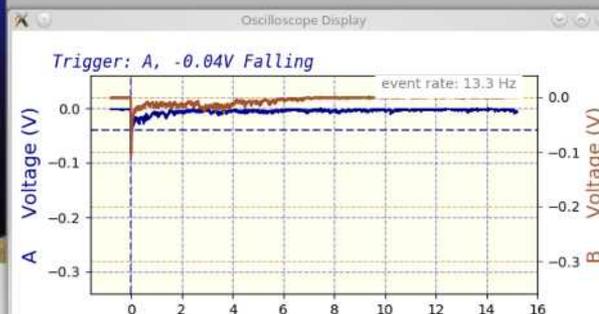
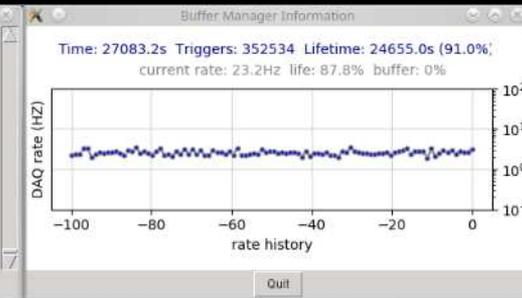
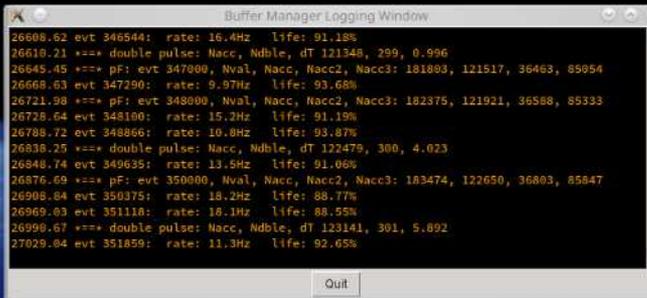
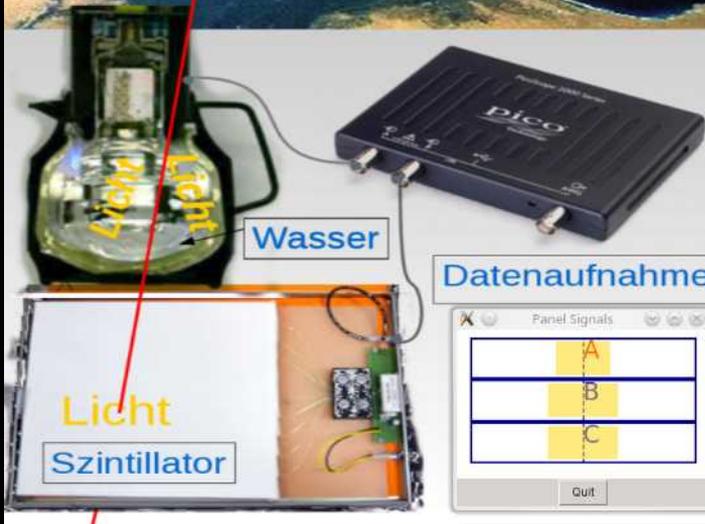
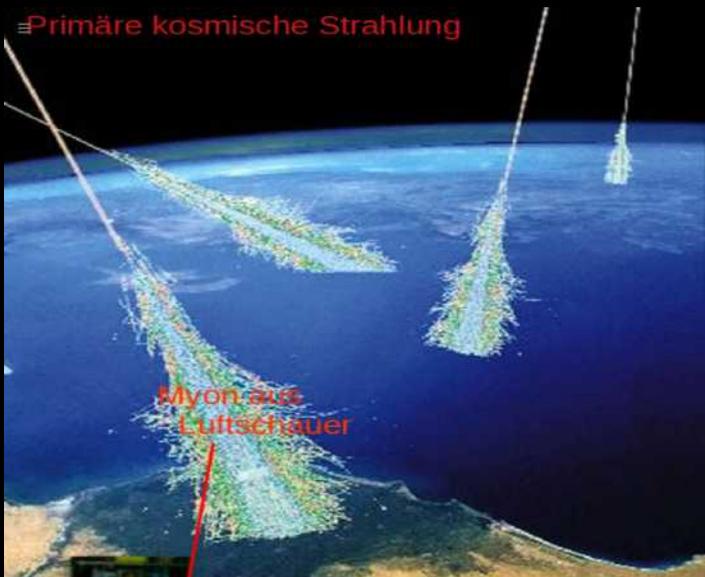
Vorteile:

- „nur“ Rechner als „black Box“
- Oszilloskop anschaulich und bekannt
- einfache Funktionserweiterungen durch Software-Updates

Bildschirmansicht der laufenden Datennahme

BufferManager Info & Myon-Rate

Primäre kosmische Strahlung



Event-Display

Oszillogramm

Pulshöhen- & Lebensdauer-
verteilungen

Beispiel einer Datennahme



+

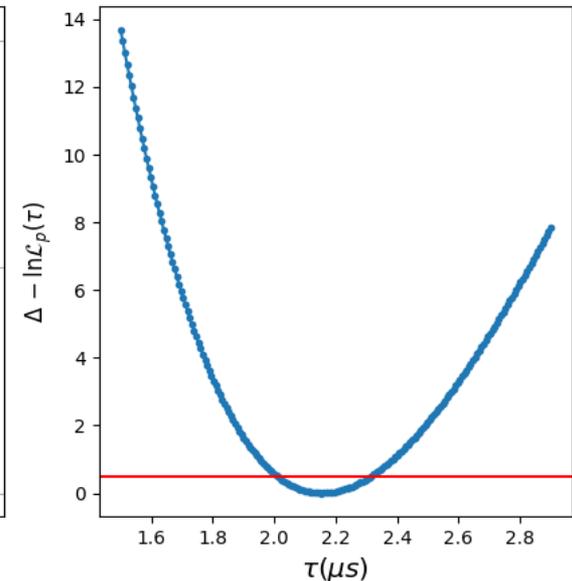
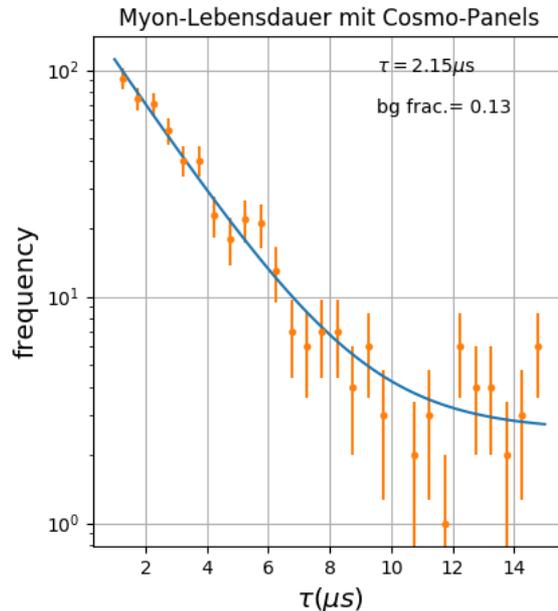


+



- 3 CosMO-Panels auf Fußboden an **PicoScope** 2407B (4-Kanal, 70 MHz, 250 MS/s)
- Laufzeit ca. 1 Tag (85000 s), Triggerschwelle 40 mV + digitaler Pulsfilter
- Datenaufnahme mit RaspberryPi, Triggerrate 10.7 Hz, 87% DAQ-lifetime
- Myon-Rate 4,0 Hz (nach **digitalem Pulsfilter** und **Zweifach-Koinzidenz**)
- Zweifach Koinzidenzen: 59593 Dreifachkoinzidenzen: 279414 → **Panel-Effizienz: 91,2 %**
- 830 registrierte Doppelpulse zwischen 0 und 15.5 μs (0.24% der Myonen)

- ungebinnte ML-Anpassung an gemessene Lebensdauern von 1.0 μs bis 15. μs ergibt eine **Myon-Lebensdauer**
 $\tau_{\mu} = 2.15 \pm 0.17 \mu\text{s}$



Vorschlag eines neuen CosMO-Setups

Nach sieben Jahren empfiehlt sich eine

Modernisierung der Experimente des Netzwerks Teilchenwelt:

- **HV-Gerät**
ersetzen durch
Photomultiplier mit integrierter **HV-Basis** bzw. (langfristig) **SiPM**
 - **Betriebsgerät für Kamiokanne und QuarkNet DAQ-Karte**
ersetzen durch
USB-Oszilloskop
 - Standard-Auslese statt **Linux-Notebook**
mit
RaspberryPi
- ⇒
- Einheitliche Auslese aller Komponenten
 - höhere Transparenz des Messverfahrens
 - gleiche Art der Datenauswertung
 - Vereinfachte Bereitstellung von Software

insgesamt kostengünstiger

